

10 INJEKTOR FÜR KRAFTSTOFF-EINSPRITZSYSTEME VON
BRENNKRAFTMASCHINEN, INSBESONDERE VON DIREKTEINSPRITZENDEN
DIESELMOTOREN

Stand der Technik

- 15 Die Erfindung bezieht sich auf einen Injektor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein Injektor der vorbezeichneten Gattung ist durch die DE 195 19 191 C2 bekannt geworden. Beim Gegenstand dieser Druckschrift sitzen Piezoaktor und
20 Übersetzerkolben am oberen Ende des Injektorkörpers, und die Kraftübertragung auf die am unteren Ende des Injektorkörpers angeordnete Düsennadel erfolgt über einen langen Stößel. Der Stößel steht mit dem Kraftstoffzulauf in hydraulischer Verbindung. Ein in den Injektorkörper eingearbeiteter Druckkanal führt zum
25 Düsenaustritt. Außerdem ist ein den Stößel im unteren Bereich umgebender Ringraum vorgesehen, von dem ein Kraftstoff-Rücklaufkanal ausgeht. Der Kraftstoff-Rücklaufkanal ist mit einem sich oberhalb des Stößels erstreckenden Innenraum des Übersetzerkolbens hydraulisch verbunden. Ein unterhalb des Übersetzerkolbens ausgebildeter Steuerraum wird vom Kraftstoffzulauf über einen
30 den Stößel im Injektorkörper umgebenden Leckspalt gespeist.

Der bekannte Injektor ist kompliziert im Aufbau, setzt sich aus vergleichsweise vielen Bauteilen zusammen und genügt nicht den hohen Anforderungen an
35 moderne Kraftstoff-Einspritzsysteme, insbesondere Common-Rail-Systeme für Dieselmotoren.

Vorteile der Erfindung

Ausgehend von dem im Vorstehenden geschilderten Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen (auch) für Common-Rail-Systeme geeigneten Injektor zu schaffen, der vergleichsweise einfach im Aufbau ist, mit einem Minimum an Einzelteilen auskommt und effizient arbeitet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einem Injektor der eingangs bezeichneten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Grundgedankens der Erfindung enthalten die Patentansprüche 2 – 9.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt in der direkten Steuerung der Düsenadel durch den Piezoaktor. Die Geschwindigkeit der Düsenadelbewegung kann über den Spannungsverlauf des Piezoaktors eingestellt werden. Für eine Dosierung von besonders kleinen Voreinspritzmengen kann auch ein Teilhub vorgegeben werden. Ein weiterer Vorteil, insbesondere gegenüber dem bekannten Injektor nach DE 195 19 191 C2, des erfindungsgemäßen Injektors ist auch darin zu sehen, dass dieser ohne einen Kraftstoff-Rücklauf auskommt.

Zeichnung

Die Erfindung ist an hand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung veranschaulicht und im Folgenden detailliert beschrieben. Es zeigt (jeweils schematisch):

Fig. 1 eine Ausführungsform eines direktgesteuerten Common-Rail-Injektors mit Piezoaktor, im vertikalen Längsschnitt, und

Fig. 2 einen unteren Teilbereich des Injektors nach Fig. 1, in gegenüber Fig. 1 vergrößerter Darstellung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Es bezeichnet 10 einen zylindrischen Injektorkörper mit einer durchgehenden, auf dem überwiegenden Teil ihrer Längserstreckung zylindrischen Ausnehmung 11. An
 5 ihrem oberen Ende besitzt die Ausnehmung 11 zunächst einen sich konisch verjüngenden Abschnitt 12, der in einen rechtwinklig abgebogenen, schließlich nach außen mündenden Abschnitt 13, 14 übergeht. In dem mit 15 bezifferten zylindrischen Abschnitt der Ausnehmung 11 ist ein ebenfalls zylindrischer Piezoaktor 16 vergleichsweise großer Längserstreckung angeordnet, dessen
 10 Durchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser des Ausnehmungsabschnitts 15. Hierdurch ergibt sich zwischen der Außenwand des Piezoaktors 16 und der Innenwandung des Injektorkörpers 10 ein Ringraum 17. Zur hierzu erforderlichen Zentrierung des Piezoaktors 16 innerhalb des Injektorkörpers 10 dient zum einen der konische Abschnitt 12 der axialen Ausnehmung 11. Zum anderen können bei
 15 Bedarf in dem Ringraum 17 in bestimmten axialen Abständen voneinander fluiddurchlässige Distanzscheiben vorgesehen sein (nicht gezeigt).

Der obere, abgewinkelte Abschnitt 13, 14 der Ausnehmung 11 fungiert als
 20 Kabeldurchführung für die Stromversorgung des Piezoaktors 16.

Am oberen Ende des Injektorkörpers 10 ist eine Kraftstoffzuführung 18, z.B. Hochdruckanschluss eines Common-Rail-Systems, vorgesehen, die über einen Druckkanal 19 mit dem Ringraum 17 in hydraulischer Verbindung steht.

25 An das untere Ende des Injektorkörpers 10 und coaxial zu diesem schließt sich ein Düsenkörper 20 an, der eine Düsennadel 21 aufnimmt. Der Düsenkörper 20 ist mittels einer Überwurfmutter (Spannmutter) 22 an dem Injektorkörper 10 befestigt, derart, dass er mit einer rückseitigen Stirnfläche 23 an einer unteren Stirnfläche 24 des Injektorkörpers 10 dichtend zur Anlage kommt.

Zur Aufnahme der Düsennadel 21 besitzt der Düsenkörper 20 einen nach oben hin offenen, mehrfach abgestuften Innenraum 25, der unten einen in zwei Düsen-Austrittsbohrungen 26, 27 ausmündenden konischen Ventilsitz 28 bildet. Der Ventilsitz 28 wirkt mit einem als Schließkörper fungierenden konischen
 5 Endabschnitt 29 der Düsennadel 21 zusammen.

An ihrem oberen Ende besitzt die Düsennadel 21 einen Abschnitt 30 größeren Durchmessers, der in einen zylindrischen Innenraum 31 eines hülsenförmigen, nach unten offenen Übersetzerkolbens 32 eingepasst ist. Den oberen Abschluss
 10 des Übersetzerkolbens 32 bildet ein Bund 33. Eine in dem Ringraum 17 – hierbei den Übersetzerkolben 32 umschließend – angeordnete, sich einerseits an der Stirnfläche 23 des Düsenkörpers 20, andererseits am Bund 33 des Übersetzerkolbens 32 abstützende Schraubendruckfeder 34 hält den Übersetzerkolben 32 mit dem Piezoaktor 16 stirnseitig in Anlage. Durch den von
 15 der Druckfeder 34 über den Übersetzerkolben 32 auf den Piezoaktor 16 in Pfeilrichtung 35 wirkenden Druck wird der Piezoaktor 16 an seiner Oberseite 36 gegen den Injektorkörper 10 abgedichtet, und der elektrische Anschluss (nicht gezeigt) kann somit durch die abgewinkelten Bohrungen 13, 14 aus dem Injektorkörper 10 herausgeführt werden.

20 Wie die Zeichnung des Weiteren zeigt, ist im unteren Teil des Düsenkörpers 20 – als Bestandteil des Düsenkörper-Innenraumes 25 – ein die Düsennadel 21 konzentrisch umgebender zylindrischer Druckraum 37 ausgebildet, der über Bohrungen 38, 39 im Düsenkörper 20 und einen zwischen dem Düsenkörper 20 und der Spannmutter 22 ausgebildeten Ringraum 40 mit dem Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 hydraulisch verbunden ist.

Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass der Innenraum 25 des Düsenkörpers 20 oben eine abgestufte Durchmessererweiterung 41 aufweist, in der der
 30 Übersetzerkolben 32 so geführt ist, dass ein in dem erweiterten Innenraumteil 41

unterhalb des Übersetzerkolbens 32 ausgebildeter Steuerraum 42 über einen Leckspalt 43 (siehe insbesondere Fig. 2) mit dem Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 in hydraulischer Verbindung steht. Ein Abschnitt 44 des Düsenkörper-Innenraumes 25 mit vergleichsweise kleinem Durchmesser dient zur Führung der Düsennadel 21 innerhalb des Düsenkörpers 20. Auch diese Führungspassung 44 ist so konzipiert, dass sich ein Leckspalt 45 (siehe insbesondere Fig. 2) ergibt. Der Steuerraum 42 ist somit über den zweiten Leckspalt 45 mit dem zylindrischen Raum 37 hydraulisch verbunden, der seinerseits – über die Ausnehmungen 38 bis 40 – vom Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 her hochdruckbeaufschlagt ist.

Eine Besonderheit liegt des Weiteren darin, dass der sich oberhalb der Düsennadel 21 erstreckende Innenraum 31 des Übersetzerkolbens 32 ebenfalls mit dem hochdruckbeaufschlagten Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 hydraulisch verbunden ist, und zwar über eine seitliche Bohrung 46 im Übersetzerkolben 32.

Der obere (verdickte) Abschnitt 30 der Düsennadel 21 ist nun so im Übersetzerkolben 32 geführt, dass sich ein (weiterer) Leckspalt 47 (siehe Fig. 2) ergibt. Auch über diesen (dritten) Leckspalt 47 ist somit eine hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum 42 und dem hochdruckbeaufschlagten Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 hergestellt.

Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass in dem Innenraum 31 des Übersetzerkolbens 32 eine (zweite) Schraubendruckfeder 48 angeordnet ist, die auf die Düsennadel 21 eine in Schließrichtung (Pfeil 49) gerichtete Kraft ausübt. Durch die (zweite) Druckfeder 48 wird also die Düsennadel 21 während der Pausen zwischen den Einspritzvorgängen und bei Stillstand des Fahrzeugs geschlossen gehalten. In Fig. 1 und 2 ist die Öffnungsstellung der Düsennadel 21 gezeigt. In dieser Stellung findet der Einspritzvorgang statt, wobei aus dem zylindrischen Druckraum 37 Kraftstoff durch die Austrittsbohrungen 26, 27 in den (nicht dargestellten) Zylinderbrennraum der Brennkraftmaschine gelangt.

Der am unteren Ende des Übersetzerkolbens 32 ausgebildete Steuerraum 42 dient zum hydraulischen Längenausgleich und als hydraulischer Übersetzer für die Dehnungsbewegung des Piezoaktors 16.

- 5 Der Transport des Kraftstoffs vom Injektorkörper 10 bis zu den
Düsenaustrittsbohrungen erfolgt über die (vergleichsweise kurze) Ausnehmung 38
(oder mehrere derartige Ausnehmungen) durch den Düsenkörper 20, die den
Injektorkörper 10 mit dem Ringraum 40 zwischen Spannmutter 22 und Düsenkörper
10 20 verbindet. Von dem Ringraum 40 aus wird der Kraftstoff durch die weitere
(vergleichsweise kurze) Bohrung 39 (oder mehrere derartige Bohrungen) zu den
Düsen-Austrittsbohrungen 26, 27 geleitet.

Der im Vorstehenden beschriebene Injektor arbeitet wie folgt.

- 15 Während der Pausen zwischen den einzelnen Einspritzvorgängen ist der
Piezoaktor 16 unbestromt. Wird nun der Piezoaktor 16 elektrisch angesteuert, so
dehnt er sich aus und bewegt den Übersetzerkolben 32 gegen die Kraft der beiden
Druckfedern 34, 48 nach unten (in Pfeilrichtung 49). Hierbei wird das Volumen des
Steuerraumes 42 verkleinert, und der Druck im Steuerraum 42 steigt. Dadurch wird
20 auf die Düsennadel 21 eine öffnende Kraft (in Pfeilrichtung 35) ausgeübt. Sobald
die öffnende Kraft die schließenden Druckkräfte und die Kraft der Druckfeder 48
übersteigt, öffnet die Düse, indem die Düsennadel 21 die aus der Zeichnung
ersichtliche (obere) Stellung einnimmt und damit die Austrittsbohrungen 26, 27
freigibt. Durch die Wegübersetzung mittels des Übersetzerkolbens 32 kann die
Düsennadel 21 einen maximalen Hub ausführen, der deutlich größer ist als der
25 Dehnungshub des elektrisch angesteuerten Piezoaktors 16.

- Sobald die Düsennadel 21 den Hubbereich der Sitzdrosselung verlassen hat (siehe
Fig. 1 und 2), tritt ein Ausgleich der auf sie wirkenden Druckkräfte ein. Der
Piezoaktor 16 muss dann über den Übersetzerkolben 32 den Druck im Steuerraum
30 42 nur noch soweit über dem am Druckanschluss 18 herrschenden Hochdruck
(Raildruck) halten, dass der Widerstand der Druckfeder 48 überwunden wird.

Die längstmögliche Ansteuerdauer wird durch die Leckage (43, 45, 47) aus dem Steuerraum 42 bestimmt.

5 Sinkt der Druck im Steuerraum 42 auf den Raildruck ab, so führt die Düsennadel 21 eine Bewegung nach unten (in Pfeilrichtung 49) aus bis sie mit der Mantelfläche ihrer konischen Spitze 29 die Austrittsbohrungen 26, 27 verschließt. Zum Schließen der Düsennadel 21 wird die elektrische Ansteuerung des Piezoaktors 16 unterbrochen. Der Piezoaktor 16 zieht sich daraufhin zusammen, und der Druck im Steuerraum 42 sinkt unter den Raildruck. Dadurch erfährt die Düsennadel 21 die
10 erforderlichen schließenden Kräfte und schließt.

Die Druckfeder 34 verhindert hierbei, dass sich der Piezoaktor 16 vom Übersetzerkolben 32 trennt. Piezoaktor 16 und Übersetzerkolben 32 bleiben also ständig in der (aus Fig. 1 und 2 ersichtlichen) kraftschlüssigen Anlageposition aneinander.

15

PATENTANSPRÜCHE

- 10 1. Injektor für Kraftstoff-Einspritzsysteme von Brennkraftmaschinen, insbesondere von direkteinspritzenden Dieselmotoren, mit einem in einem Injektorkörper (10) angeordneten Piezoaktor (16), der über erste Federmittel (34) einerseits mit dem Injektorkörper (10), andererseits mit einem hülsenartigen Übersetzerkolben (32) in Anlage gehalten wird, mit einem mit dem Injektorkörper (10) verbundenen,
- 15 mindestens eine Düsenaustrittsöffnung (26, 27) aufweisenden Düsenkörper (20), in dem eine abgestufte Düsennadel (21) axial verschieblich geführt ist, mit innerhalb des Übersetzerkolbens (32) angeordneten zweiten Federmitteln (48), welche – zusammen mit dem rückseitig auf die Düsennadel (21) einwirkenden Einspritzdruck – die Düsennadel (21) in Schließstellung halten, und mit einem am
- 20 düsennadelseitigen Ende des Übersetzerkolbens (32) ausgebildeten Steuerraum (42), der über mindestens einen Leckspalt (43, 45, 47) mit einer unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoffzuführung (18) in Verbindung steht, wobei die Düsennadel (21) durch den im Steuerraum (42) befindlichen Kraftstoff in Öffnungsrichtung (35) beaufschlagt ist, dadurch gekennzeichnet, dass der vom
- 25 Piezoaktor (16) betätigte Übersetzerkolben (32) räumlich unmittelbar der Düsennadel (21) zugeordnet ist, derart, dass die Düsennadel (21) mit einem rückwärtigen Bereich (30), der einen größeren Durchmesser aufweist als ein düsenaustrittsseitiger Bereich der Düsennadel (21), in den Innenraum (31) des Übersetzerkolbens (32) eingepasst ist.

2. Injektor nach Anspruch 1, bei dem sich der Düsenkörper (20) in Strömungsrichtung (49) stirnseitig an den Injektorkörper (10) anschließt, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Piezoaktor (16) im Wesentlichen bis an das düsenkörperseitige (untere) Ende (24) des Injektorkörpers (10) erstreckt.

5

3. Injektor nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zylindrische Piezoaktor (16) in einer axialen zylindrischen Ausnehmung (15) des Injektorkörpers (10) derart zentriert ist, dass sich zwischen der Außenwand des Piezoaktors (16) und der Innenwand der zylindrischen Ausnehmung (15) des Injektorkörpers (10) ein Ringraum (17) ergibt, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringraum (17) unmittelbar mit der unter Einspritzdruck (Hochdruck) stehenden Kraftstoffzuführung (18) hydraulisch verbunden ist.

10

4. Injektor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Ringraum (17) auch in den Bereich des sich an den Piezoaktor (16) axial anschließenden Übersetzerkolbens (32) erstreckt und dass der Innenraum (31) des Übersetzerkolbens (32) mit dem Ringraum (17) und damit mit der Kraftstoffzuführung (18) hydraulisch verbunden ist.

15

5. Injektor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem dem Übersetzerkolben (32) zugeordneten (unteren) Bereich des Ringraumes (17) eine den Übersetzerkolben (32) konzentrisch umschließende Druckfeder (34) angeordnet ist, die sich piezoaktorseitig an einem Bund (33) des Übersetzerkolbens (32) und düsenaustrittsseitig an einer rückwärtigen (oberen) Stirnfläche (23) des Düsenkörpers (20) abstützt, derart, dass Piezoaktor (16) und Übersetzerkolben (32) kraftschlüssig in Anlage gehalten werden.

20

25

6. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsennadel (21) unter Bildung eines zylindrischen Leckspalts (47) im Innenraum (31) des Übersetzerkolbens (32) geführt ist, derart, dass sich eine hydraulische Verbindung zwischen dem unter Einspritzdruck (Hochdruck) stehenden Innenraum (31) des Übersetzerkolbens (32) und dem Steuerraum (42) ergibt.

7. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Übersetzerkolben (32) im Düsenkörper (20) unter Bildung eines (weiteren) Leckspalts (43) geführt ist, derart, dass sich eine hydraulische Verbindung zwischen dem unter Einspritzdruck (Hochdruck) stehenden Ringraum (17) und dem Steuerraum (42) ergibt.

8. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, wobei im düsenaustrittsseitigen Bereich des Düsenkörpers (20) ein die Düsennadel (21) konzentrisch umgebender zylindrischer Druckraum (37) ausgebildet ist, der mit der unter Einspritzdruck (Hochdruck) stehenden Kraftstoffzuführung (18) hydraulisch verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Düsenkörper (20), rückseitig des zylindrischen Druckraumes (37), eine Axialausnehmung (44) ausgebildet ist, in der die Düsennadel (21) unter Bildung eines (weiteren) Leckspalts (45) geführt ist, derart, dass sich eine hydraulische Verbindung zwischen dem unter Einspritzdruck (Hochdruck) stehenden zylindrischen Druckraum (37) und dem Steuerraum (42) ergibt.

9. Injektor nach Anspruch 8, wobei der Düsenkörper (20) mittels einer Überwurfmutter (Spannmutter 22) an dem Injektorkörper (10) befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Außenwand des Düsenkörpers (20) und der Innenwand der Überwurfmutter (22) ein zylindrischer Spalt (40) ausgebildet ist, der
5 – über in den Düsenkörper (20) eingearbeitete Ausnehmungen (38, 39) – einerseits mit dem Ringraum (17) andererseits mit dem zylindrischen Druckraum (37) hydraulisch verbunden ist.

5

10

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Injektor für Kraftstoff-Einspritzsysteme von Brennkraftmaschinen, insbesondere von direkt einspritzenden Dieselmotoren, besitzt einen in einem Injektorkörper (10) angeordneten Piezoaktor (16), der über erste Federmittel (34) einerseits mit dem Injektor (10), andererseits mit einem hülsenartigen Übersetzerkolben (32) in Anlage gehalten wird. Ferner sind ein mit dem Injektorkörper (10) verbundener, mindestens eine Düsenaustrittsöffnung (26, 27) aufweisender Düsenkörper (20), in dem eine abgestufte Düsennadel (21) axial verschieblich geführt ist, und innerhalb des Übersetzerkolbens (32) angeordnete zweite Federmittel (48) vorgesehen, welche – zusammen mit dem rückseitig auf die Düsennadel (21) einwirkenden Einspritzdruck – die Düsennadel (21) in Schließrichtung halten. Weiterhin weist der Injektor einen am düsennadelseitigen Ende des Übersetzerkolbens (32) ausgebildeten

Steuerraum (42) auf, der über mindestens einen Leckspalt (43, 45, 47) mit einer unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoffzuführung (18) in Verbindung steht, wobei die Düsennadel (21) durch den im Steuerraum (42) befindlichen Kraftstoff in Öffnungsrichtung (35) beaufschlagt ist.

30

Eine wesentliche Besonderheit besteht darin, dass der vom Piezoaktor (16) betätigte Übersetzerkolben (32) räumlich unmittelbar der Düsennadel (21) zugeordnet ist, derart, dass die Düsennadel (21) mit einem rückwärtigen Bereich (30), der einen größeren Durchmesser aufweist als ein düsenaustrittsseitiger Bereich der Düsennadel (21), in den Innenraum (31) des Übersetzerkolbens (32) eingepasst ist.

(Fig. 1)

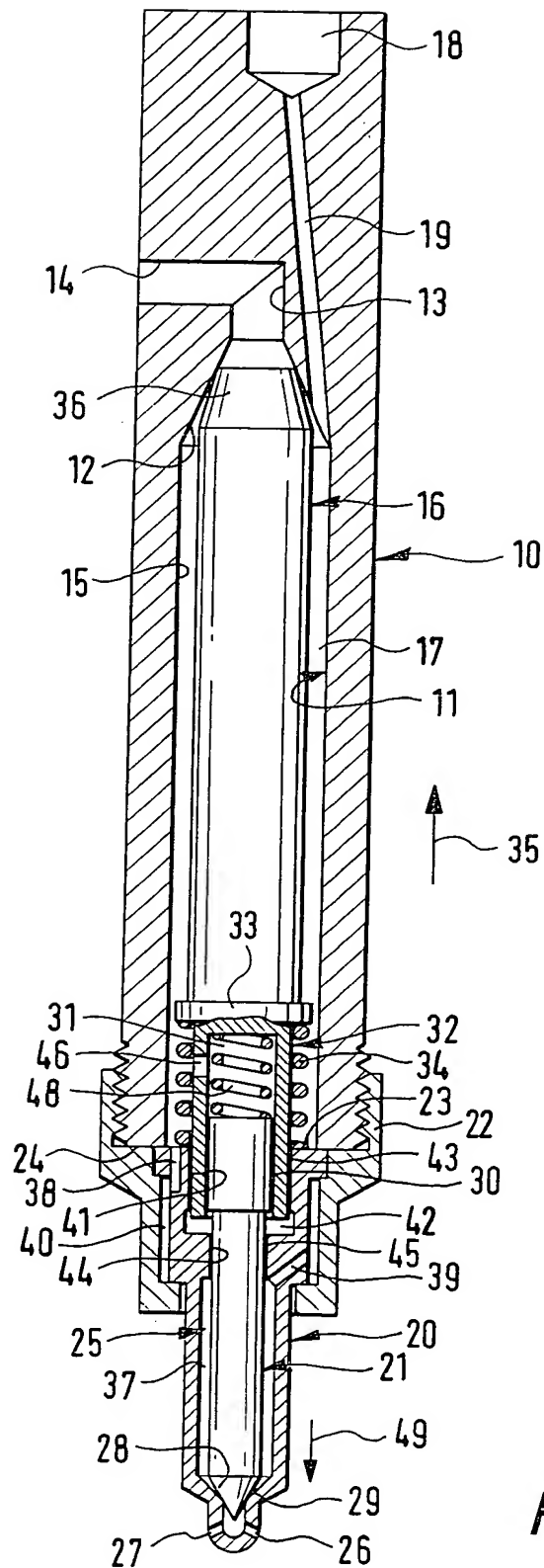


Fig. 1

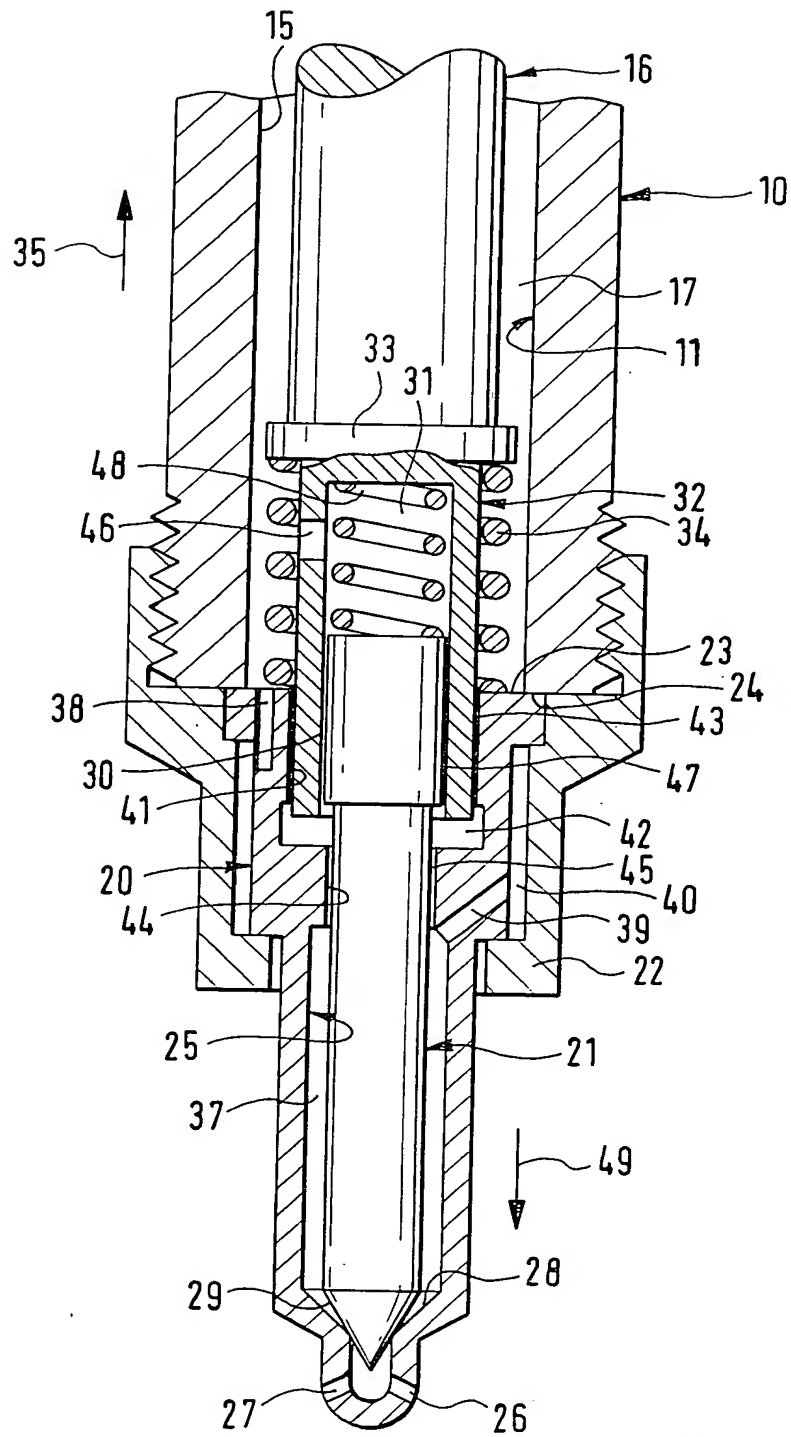


Fig. 2